

**Список літератури:** 1.Кобзев А.П. Пономарев В.П. Специальные грузоподъемные машины: Учебное пособие: В 8кн. Кн 4: Козловые краны и мостовые перегружатели. Краны кабельного типа. Красноярск 2005.140с. 2.Юшков В.Г. Комплексная механизация погрузочно-разгрузочных и складских работ: Учебное пособие. – Новокузнецк. 1982. - 85с.3.Маликов О.Б. Деловая логистика. – СПб.: Политехника, 2003. – 223с.: ил.

*Поступила в редколлегию 25.03.08*

УДК 621.74

**ЗРАЙЧЕНКО-ПОЛОЗЕНЦЕВ А. В., ДЁМИН Д.А.,** канд. техн. наук

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНОЛОГИИ МОДИФИЦИРОВАНИЯ СИНТЕТИЧЕСКОГО ЧУГУНА**

В статье описаны результаты промышленных исследований синтетического чугуна, модифицированного различными типами модификаторов, на основании которых можно выбирать рациональные режимы плавки и внепечной обработки чугуна

### **1. Введение.**

Проблема получения стабильного химического состава и микроструктуры легированного чугуна, применяемого для деталей машиностроительного назначения, непосредственно связана с разработкой рациональных технологий плавки и внепечной обработки. К таким технологиям можно отнести технологии получения синтетического чугуна индукционной плавкой с комплексным легированием и модифицированием расплава.

### **2. Химический состав синтетического чугуна и применяемые материалы**

Расчет оптимального химического состава чугуна осуществлялся по критерию его прочности. Для плавки чугуна синтетического в качестве шихтовых материалов применялся стальной лом 1А (Ст3), бой графитовых электродов и кокс. Размеры крупных кусков стального лома не выпадали за пределы: максимальный габаритный размер – 350 мм, толщина – 3.9 мм, минимальная масса – 15-18 кг. Фракция боя графитовых электродов и кокса находилась в пределах 1-10 мм. В качестве ферросплавов для легирования чугуна использовался ферросилиций, ферромарганец ФМн-70, феррохром ФХ100, ФХ200, ферроникель Фн-70, феррованадий ФВд55 или ферросиликованадий ФС40Вд7. В качестве модификаторов применялись модификаторы ФС65Ba4, ФС65BaKСт2.

### **3. Технология индукционной плавки**

Плавка осуществлялась в индукционной тигельной печи с кислой футеровкой ИСТ1/0.8-М5. Подгрузка предварительно подогретых шихтовых материалов осуществлялась только после осаживания шихты в тигле (расплавление шихты начиналось в нижней части через 7-10 мин с момента начала плавки). При интенсивном перемешивании расплава, сопровождаемым выбросом брызг металла, напряжение на индукторе уменьшалось. Для наведения шлака присаживался сухой песок, для получения жидкоподвижного шлака – известь или известняк фракцией до 30 мм. Доводка расплава до заданного химсостава и температуры осуществлялась

после полного расплавления путем подогрева расплава в течение 5 минут и отключения печи с выдержкой с целью более полного протекания окислительно-восстановительных процессов в расплаве. Температура чугуна перед модифицированием находилась в диапазоне 1400-1450С. Обработка расплава модификаторами осуществлялась в ковше фракцией 1-10 мм в количестве 0.3% от массы жидкого металла (3 кг на 1 т) после заполнения ковша на 100-150 мм. Модификаторы применялись и в форме пластин с толщиной 0.5 – 3 мм и максимальными размерами до 50 мм (технология «чипс-модифицирования»).

#### 4. Результаты модифицирования синтетического чугуна модификаторами ФС65Ба4 и ФС65БаКСт2

Результаты анализов химического состава и структуры чугуна, обработанного ферросплавом ФС65БаКСт2, приведены в таблицах 1-2

Таблица 1 - Результаты анализов химического состава чугуна, обработанного ферросплавом ФС65БаКСт2

Номер плавки	Содержание элементов химического состава, %									
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Ti	Cu	V
1-0	2,86	0,62	2,46	-	-	0,11	0,07	0,03	0,06	0,01
1-1	3,20	0,65	2,51	-	-	0,13	0,07	0,03	0,14	0,02
1-2	3,39	0,78	2,32	0,035	0,05	0,17	0,08	0,06	0,15	0,02
1-3	3,98	0,62	2,10	-	-	0,24	0,11	0,03	0,13	0,01
2-1	3,41	0,71	2,24	-	-	0,12	0,09	0,03	0,06	0,009
2-2	3,16	0,69	2,20	0,029	0,076	0,12	0,07	0,02	0,12	0,008
2-3	3,22	0,75	2,28	-	-	0,14	0,10	0,07	0,16	0,02
2-4	3,30	0,76	1,92	-	-	0,12	0,09	0,03	0,15	0,01
3-0	3,11	0,45	2,25	-	-	0,08	0,08	0,03	0,06	0,009
3-1	3,00	0,57	2,56	-	-	0,10	0,0	0,03	0,17	0,01
3-2	3,49	0,94	2,25	0,032	0,09	0,37	0,09	0,07	0,16	0,02
3-3	3,13	0,67	2,16	-	-	0,12	0,10	0,02	0,11	0,008

Таблица 2 - Микроструктура чугуна, обработанного ферросплавом ФС65БаКСт2

Номер плавки	Форма включений графита	Размер включений графита, мкм	Распределение включений графита	Количество включений графита, %	Металлическая основа (перлит или феррит), %
1-0	ПГф2	ПГд 25-45, 90	ПГр 1 с участками ПГр 8, 9	ПГ10	П96(Ф4)
1-1	ПГф2	ПГд 25-45	ПГр 8, 9 с участками ПГр1	ПГ10	П92(Ф8)
1-2	ПГф2	ПГд 25-45	ПГр 8, 9 с участками ПГр1	ПГ6	П96(Ф4)
1-3	ПГф 1, 2	ПГд 45-90	ПГр 1	ПГ4	П96(Ф4)
2-1	ПГф2	ПГд 90-45	ПГр 1 с участками ПГр 8, 9	ПГ10	П96(Ф4)
2-2	ПГф2	ПГд 25-45	ПГр 8, 9 с участками ПГр1	ПГ6	П96(Ф4)
2-3	ПГф2	ПГд 25-45	ПГр 8	ПГ6	П(Ф0)
2-4	ПГф2	ПГд 25-45, 90	ПГр 1 с участками ПГр 8, 9	ПГ6	П(Ф0)
3-0	ПГф2	ПГд 45-90	ПГр 1 с небольшим количеством ПГр 8	ПГ6	П(Ф0)
3-1	ПГф2	ПГд 45-90	ПГр 1 с небольшим количеством ПГр 8	ПГ6	П96(Ф4)
3-2	ПГф2	ПГд 45-90	ПГр 1 с участками ПГр 8, 9	ПГ10	П(Ф0)
3-3	ПГф2	ПГд 45-90	ПГр 1	ПГ6	П96(Ф4)

Примечания. В структуре образцов всех плавков строение фосфидной эвтектики ФЭ3, распределение фосфидной эвтектики ФЭр1, площадь включений фосфидной эвтектики <ФЭп2000 мкм<sup>2</sup>, отбел не обнаружен

Результаты анализов химического состава и структуры чугуна, обработанного ферросплавом ФС65Ба4, приведены в таблицах 3-4

Таблица 3 - Результаты анализов химического состава чугуна, обработанного ферросплавом ФС65Ба4

Номер плавки	Содержание элементов химического состава, %									
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Ti	Cu	V
2-2-1	3,4	0,9	2,63	0,061	0,042	0,2	0,11	0,08	0,18	0,02
2-2-2	3,39	0,93	2,59	0,07	0,04	0,2	0,09	0,08	0,17	0,02
2-3-1	3,3	0,96	2,66	0,091	0,046	0,21	0,11	0,10	0,18	0,04
2-3-2	3,49	0,95	2,62	0,072	0,069	0,2	0,12	0,08	0,18	0,04
2-4-1	3,18	0,98	2,74	0,071	0,057	0,19	0,12	0,10	0,17	0,04
2-4-2	3,42	0,94	2,58	0,068	0,048	0,15	0,08	0,07	0,15	0,03
2-5-1	3,43	0,96	2,53	0,088	0,063	0,17	0,09	0,04	0,17	0,05
2-5-2	3,45	0,96	2,42	0,117	0,063	0,16	0,11	0,05	0,16	0,05
3-2-1	3,37	0,73	2,47	0,09	0,055	0,18	0,12	0,17	0,26	0,04
3-2-2	3,38	0,71	2,36	0,129	0,053	0,17	0,09	0,16	0,23	0,04
3-3-1	3,18	0,85	2,36	0,085	0,042	0,02	0,11	0,12	0,18	0,05
3-3-2	3,43	0,86	2,32	0,09	0,044	0,2	0,09	0,12	0,19	0,05
3-4-1	3,3	0,81	2,34	0,094	0,048	0,18	0,10	0,08	0,19	0,07
3-4-2	3,35	0,82	2,43	0,13	0,051	0,19	0,10	0,08	0,19	0,08
3-5-1	3,11	0,77	2,36	0,061	0,044	0,18	0,09	0,09	0,18	0,07
3-5-2	3,37	0,76	2,4	0,084	0,046	0,19	0,10	0,08	0,02	0,07

Таблица 4 - Микроструктура чугуна, обработанного ферросплавом ФС65Ба4

Номер плавки	Форма включений графита	Размер включений графита, мкм	Распределение включений графита	Количество включений графита, %	Металлическая основа (перлит или феррит), %
2-2-1	ПГф2	ПГд 15	ПГр8 с участками ПГр9	ПГ10	П96(Ф4)
2-2-2	ПГф2	ПГд 15	ПГр8 с участками ПГр9	ПГ10	П96(Ф4)
2-3-1	ПГф2	ПГд 15	ПГр8 с участками ПГр9	ПГ10	П96(Ф4)
2-3-2	ПГф2	ПГд 15	ПГр8 с участками ПГр9	ПГ10	П96(Ф4)
2-4-1	ПГф2	ПГд 15	ПГр8 с участками ПГр9	ПГ6	П96(Ф4)
2-4-2	ПГф2	ПГд 15	ПГр8 с участками ПГр9	ПГ6	П (Ф0)
2-5-1	ПГф2	ПГд45-90	ПГр8,9 с участками ПГр1	ПГ6	П85(Ф15)
2-5-2	ПГф2	ПГд45-90	ПГр8,9 с участками ПГр1	ПГ6	П92(Ф8)
3-2-1	ПГф2	ПГд 15	ПГр8	ПГ10	П85(Ф15)
3-2-2	ПГф2	ПГд 15	ПГр8	ПГ10	П85(Ф15)
3-3-1	ПГф2	ПГд 15	ПГр8,9	ПГ12	П96(Ф4)
3-3-2	ПГф2	ПГд 15	ПГр8,9	ПГ10	П96(Ф4)
3-4-1	ПГф2	ПГд 15	ПГр8,9	ПГ10	П85(Ф15)
3-4-2	ПГф2	ПГд 15	ПГр8,9	ПГ10	П85(Ф15)
3-5-1	ПГф2	ПГд 15	ПГр8,9	ПГ6	П85(Ф15)
3-5-2	ПГф2	ПГд 15	ПГр8,9	ПГ6	П85(Ф15)

Примечания. В структуре образцов строение фосфидной эвтектики ФЭ3, распределение фосфидной эвтектики ФЭр1, площадь включений фосфидной эвтектики <ФЭп2000 мкм<sup>2</sup>, отбел не обнаружен

Как видно из таблиц, применение модификаторов с барием и стронцием позволяет получать качественную микроструктуру, гарантирующую получение марок синтетического чугуна СЧ20 и СЧ25 ГОСТ1412-85. Таким образом, полученные результаты позволяют считать, что данная технология является более эффективной, чем технология модифицирования чугуна, получаемого на основе традиционных шихтовых материалов. Эта эффективность обусловлена, в первую очередь, тем, что модифицируемый чугун не имеет неконтролируемых примесей, вносимых обычно с шихтой литейными и переделными чугунами.

## **5. Выводы.**

На основе полученных результатов исследования микроструктуры синтетического чугуна индукционной плавки можно рекомендовать следующие технологические режимы. Обработку расплава модификаторами ФС65Ba4, ФС65BaKСт2 проводить в ковше фракцией 1-10 мм в количестве 0.3% от массы жидкого металла (3 кг на 1 т) после заполнения ковша на 100-150 мм или «чипс-технологией».

*Поступила в редколлегию 30.04.2008*

**УДК 621.74**

**НЕКРАСОВ А.Г., ДЁМИН Д.А.**, канд. техн. наук

## **ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ, СОСТАВА И СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННОГО ЧУГУНА, ПРИМЕНЯЕМОГО ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСНЫХ ОТЛИВОК АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ**

**В статье описаны результаты исследований микроструктуры, химического состава и свойств чугуна промышленных плавов. Результаты данных исследований позволяют выявить фактический химический состав базового чугуна для разработки дальнейших технологических процессов модифицирования чугуна недефицитными эффективными модификаторами.**

### **1. Введение**

Исследуемый чугун марок СЧ20, СЧ25 ГОСТ1412-85 предназначен для изготовления отливок автомобилестроения. Для обеспечения заданного комплекса свойств он модифицируется ферросплавами на железо-кремниевой основе: ферросилицием, смесью ферросилиция и сажи, ФС65BaKСт2, ФС65Ba4, лигатурой РЗМ. Применение этих типов модификаторов обусловлено необходимостью снижения склонности чугуна к отбелу при кристаллизации расплава и получения предела прочности на растяжение чугуна 200-300 МПа, твердости HB170-241. Согласно литературным данным, эти типы модификаторов обеспечивают удовлетворительное качество чугуна по отдельным показателям микроструктуры и свойств. Для обеспечения стабильного качества чугуна по комплексу показателей структуры и свойств необходим дифференцированный статистический анализ влияния каждого из этих модификаторов на показатели микроструктуры, с учетом химического состава чугуна, подвергаемого модифицированию, и определение оптимальной комбинации элементов в модификаторах. Эти комбинации элементов позволяют выбрать перспективные и доступные ферросплавы-модификаторы,